



第三章 常用电子元器件与接插件 ——构成电子装置的物质基础

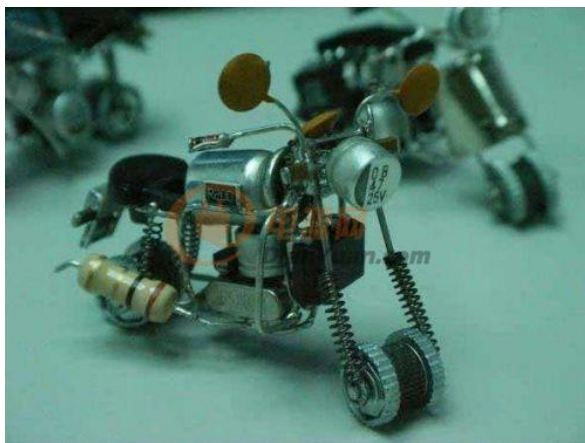
内容

要求

- 电阻器与电位器
- 电容器
- 电感器
- 变压器
- PN结与二极管
- 其他半导体分立器件
- 表面安装元器件(SM)
- 其他常用器件
- 接插件与导线



- 熟知电阻器、电容器、电感器标识方法并能快速识别
- 掌握变压器的工作原理
- 掌握二极管的原理及其伏安特性，并掌握检测方法
- 认识三极管并会检测
- 认识场效应管、晶闸管
- 认识表面安装元器件
- 认识各种接插件与导线



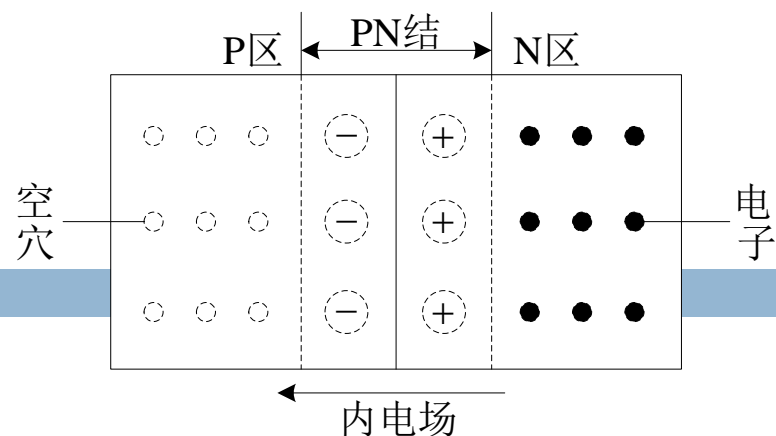
PN结与二极管(Diode)

- 半导体相关的概念
- PN结形成
- 二极管及其实物图和符号
- 二极管命名
- 二极管的伏安特性
- 二极管的主要参数
- 常用二极管
- 选用
- 检测
- 应用

半导体相关的概念

- 纯净的、不含杂质的晶体半导体，称为**本征半导体**。半导体**硅和锗**是常用的半导体材料。
- 在本征半导体中，掺入少量的五价元素，就形成了**N型半导体**，其中自由电子是多数载流子（多子），空穴是少数载流子（少子）。
- 在本征半导体中掺入少量的三价元素，可以形成**P型半导体**。其中，空穴是多子，自由电子是少子。

PN结形成



- 载流子的浓度差产生的多子扩散：把P型半导体和N型半导体结合在一起，由于交界面两侧载流子浓度不同，多子互相扩散，在P区和N区的交界面就留下了一个没有多子而只有正离子或负离子的区域
- 空间电荷区的形成：这个正、负离子区使交界面两侧存在电位差，即势垒，它会形成内建电场。
- 内建电荷区阻止多子扩散，增加少子漂移：在电场作用下，半导体中的载流子会产生漂移运动；当半导体中载流子的浓度不均匀时，载流子会从高浓度区域向低浓度区域产生扩散运动。当这两种运动达到动态平衡时，就形成了PN结，又称空间电荷区、耗尽层、阻挡层。

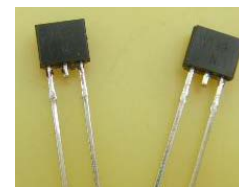
二极管及其实物图和符号



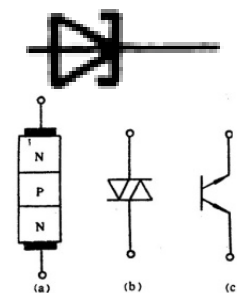
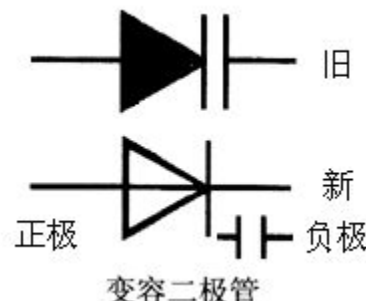
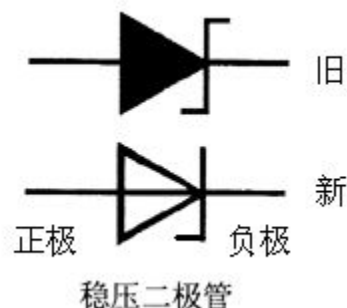
g) 双向二极管

□ 将PN结封装并引出电极后便成为二极管，它是晶体二极管的简称，是一种具有**单向导电特性**的半导体器件。

当可调电容使用！！



a) 二极管 b) 贴片二极管 c) 发光二极管 d) 双色发光二极管 e) 变容二极管 f) 隧道二极管



二极管分类命名(GB/T 249-1989)

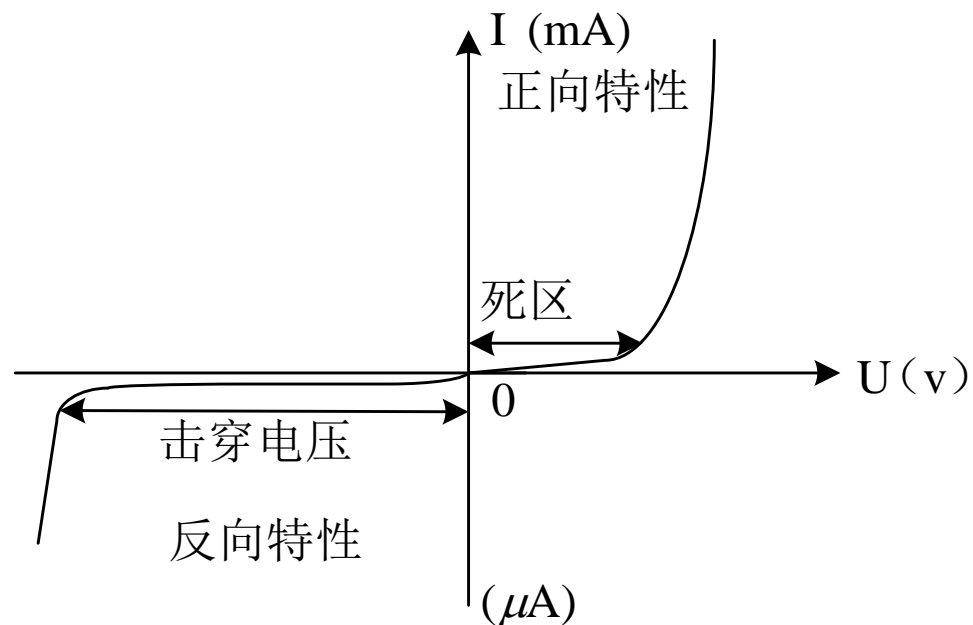
第一部分		第二部分		第三部分				第四部分	第五部分
用数字表示器件电极的数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型				用数字表示器件序号	用汉语拼音表示规格的区别代号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N型, 锗材料	P	普通管	D	低频大功率管 ($f_a < 3\text{MHz}$, $P_C \geq 1\text{W}$)		
		B	P型, 锗材料	V	微波管				
		C	N型, 硅材料	W	稳压管				
		D	P型, 硅材料	C	参量管	A	高频大功率管 ($f_a \geq 3\text{MHz}$, $P_C \geq 1\text{W}$)		
3	三极管			Z	整流管				
		A	PNP型, 锗材料	L	整流堆				
		B	NPN型, 锗材料	S	隧道管	T	半导体闸流管 (可控硅整流器)		
		C	PNP型, 硅材料	N	阻尼管				
		D	NPN型, 硅材料	U	光电器件	Y	体效应器件		
		E	化合物材料	K	开关管	B	雪崩管		
				X	低频小功率管 ($f_a < 3\text{MHz}$, $P_C < 1\text{W}$)	J	阶跃恢复管		
						CS	场效应器件		
				G	高频小功率管 ($f_a \geq 3\text{MHz}$, $P_C < 1\text{W}$)	BT	半导体特殊器件		
						FH	复合管		
						PIN	PIN型管		
						JG	激光器件		

2CW51表示什么?

除了中国标准, 还有日本、美国和国际电子联合会(欧洲)标准

二极管的伏安特性

- 其加正向电压导通，加反向偏置电压截止，具有单向导电性。当外加反向电压过高时，反向电流突然增大，二极管失去单向导电性，这种现象称为PN结的反向击穿（电击穿）。



二极管的主要参数

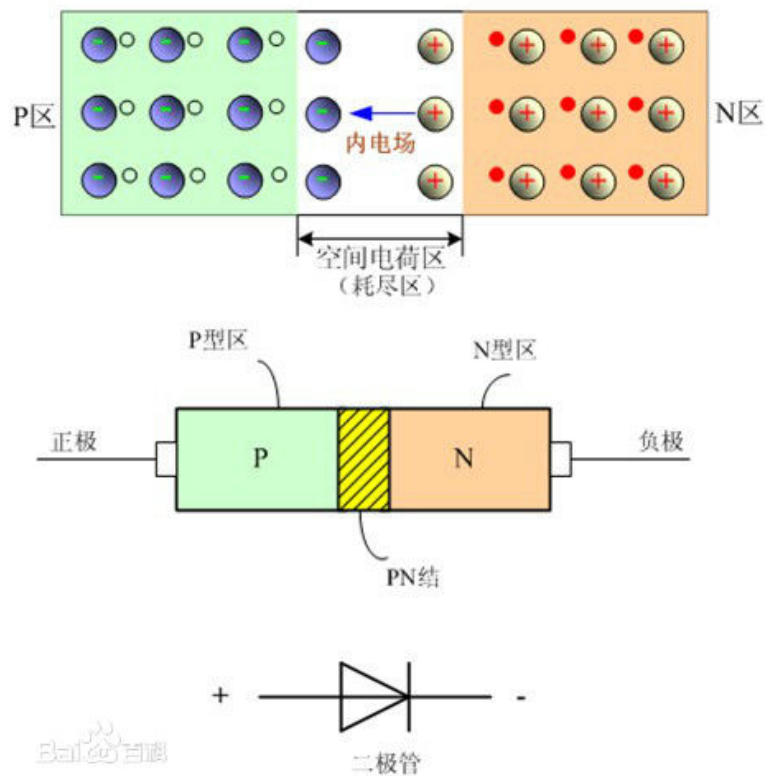
- 最大整流电流 I_F ：长期运行最大向平均电流
 - 反向击穿电压 V_{BR} ：反向击穿的电压值
 - 最大反向工作电压 V_{RM} ：：一般是 V_{BR} 的一半
 - 反向电流 I_R ：未击穿时反向电流，随温度增加
 - 最高工作频率 f_{max} ：
 - 结电容 C_j ：
 - 稳定电压(对稳压管)：当流过稳定的电流时产生的压降
 - 最大(小)工作电流(对稳压管)：
- ！使用时，应特别注意不要超过最大整流电流和最高反向工作电压，否则将容易损坏管子。

常用二极管

- 整流二极管：是利用PN结的单向导电性能，将交流电 变成脉动的直流电的二极管。其特点是允许通过的电流比较大，反向击穿电压比较高，但PN结电容比较大，一般广泛应用于处理频率不高的电路中。
- 稳压二极管：利用二极管反向击穿时，其两端电压基本上不随电流大小变化的特性来起到稳压作用。在电路上应用时一定要串联限流电阻，以避免二极管击穿后电流无限增长，造成器件被烧毁。
- 发光二极管：是一种把电能变成光能的半导体器件。在电子仪表中常用作显示、状态信息指示等。其符号用LED表示。

选用

- 首先按用途选择二极管类型
- 类型确定后，按参数选择元件
- 最后根据压降和温度的要求决定选用硅管还是锗管。

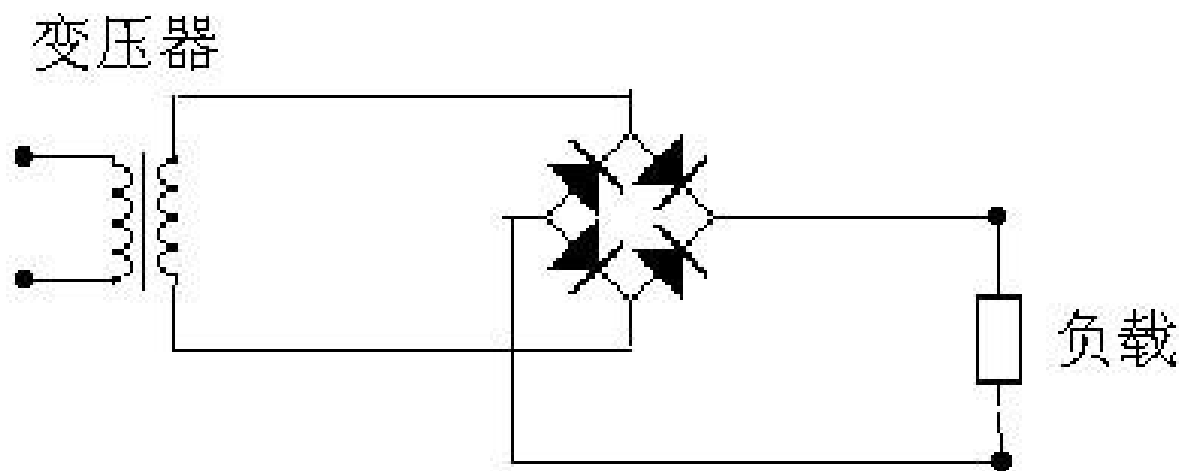


检测

- 普通二极管上标有一“圈”的端子是阴极；发光二极管端子长的是阳极。
- 对于普通二极管，根据单向导电性表现出来的正向电阻小、反向电阻大以及正反向电压的特点，利用万用表进行极性和质量的判别。注意二极管的电阻与通过他的电流有关，而导通时压降基本是确定的。
- 通过数字万用表的“二极管档”确定好坏和区分锗管和硅管(压降分别0.3和0.7V左右)。
- 对于常用的特殊二极管其判别方法类似但也有不同，如发光二极管可以采用试运行的方式检测。

应用

- 常用在整流、隔离、稳压、极性保护、编码控制、调频调制和静噪等电路中。
- 下面是一个整流例子----全波整流



其他常用半导体器件

- 除二极管以外，半导体分立器件还包括：
 - ▣ 双极型三极管(晶体管)
 - ▣ 场效应管：JFET、MOSFET
 - ▣ 晶闸管

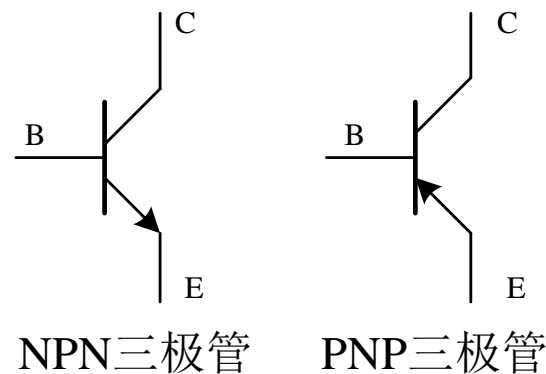
- 集成电路(Integrated Circuit)的发展使其退出相当多的应用领域，但受频率、功率等因素制约，分立器件依然是电子元器件家族中不可缺少的成员。

双极型三极管 (Transistor)

-两种不同载流子均导电

- 晶体三极管主要用于信号放大(流控型)，分为NPN和PNP型两种结构形式。内部均由发射区(e极)、基区(b极)和集电区(c极)构成。各区之间有PN结，发射区与基区之间的PN结称为发射结，基区与集电区之间的PN结称为集电结。三极管的实物图和图形符号如下图。

常用的小功率8050—NPN 9012—PNP



双极型三极管分类命名

第一部分		第二部分		第三部分				第四部分	第五部分
用数字表示器件电极的数目		用汉语拼音字母表示器件的材料和极性		用汉语拼音字母表示器件的类型				用数字表示器件序号	用汉语拼音表示规格的区别代号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义		
2	二极管	A	N型, 锗材料	P	普通管	D	低频大功率管 ($f_{\alpha} < 3\text{MHz}$, $P_C \geq 1\text{W}$)		
		B	P型, 锗材料	V	微波管				
		C	N型, 硅材料	W	稳压管				
		D	P型, 硅材料	C	参量管	A	高频大功率管 ($f_{\alpha} \geq 3\text{MHz}$, $P_C \geq 1\text{W}$)		
3	三极管			Z	整流管				
		A	PNP型, 锗材料	L	整流堆				
		B	NPN型, 锗材料	S	隧道管	T	半导体闸流管 (可控硅整流器)		
		C	PNP型, 硅材料	N	阻尼管				
		D	NPN型, 硅材料	U	光电器件	Y	体效应器件		
		E	化合物材料	K	开关管	B	雪崩管		
				X	低频小功率管 ($f_{\alpha} < 3\text{MHz}$, $P_C < 1\text{W}$)	J	阶跃恢复管		
						CS	场效应器件		
				G	高频小功率管 ($f_{\alpha} \geq 3\text{MHz}$, $P_C < 1\text{W}$)	BT	半导体特殊器件		
						FH	复合管		
						PIN	PIN型管		
						JG	激光器件		

3AD50C
表示什么?

除了中国标准, 还有日本、美国和国际电子联合会(欧洲)标准

双极型三极管主要参数

- I_{CBO} -发射极开路，集电极与基极间的反向电流
- I_{CEO} -基极开路，集电极与发射极间的穿透电流
- V_{CES} -在共发射极电路中，三极管处理饱和状态时，集电极与发射极间的电压降
- β -发射极放大系数
- f_T -电流放大能力的极限频率
- V_{CBO} -发射极开路，集电极与基极击穿电压
- V_{CEO} -基极开路，集电极与发射极间的击穿电压
- I_{CM} -集电极最大允许电流， β 下降到最大值1/2时电流。
- P_{CM} -集电极允许的最大耗散功率

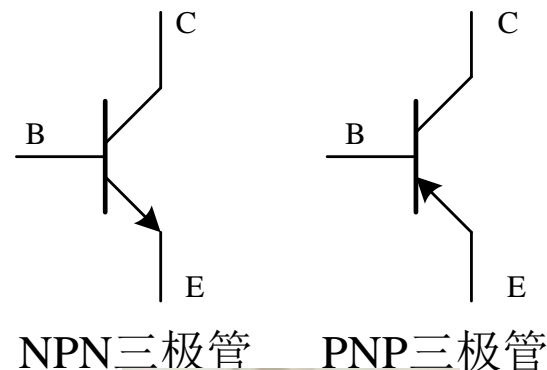
双极型三极管端子的检测--用电阻挡

□ 用电阻挡确定类型

■ 对于功率在1W以下中小功率管，用R*1k或R*100挡测量；对于功率在1W以上中小功率管，可R*1或R*100挡测量

■ 用红表笔(内部电池的正极)接触某一端子，黑表笔分别接触另两个端子，若表头读数很小，则与红表笔接触的端子是基极，同时可知道此三极管为NPN型

■ 用黑表笔(内部电池的负极)接触某一端子，红表笔分别接触另两个端子，若表头读数很小，则与黑表笔接触的端子是基极，同时可以知道此三极管为PNP型

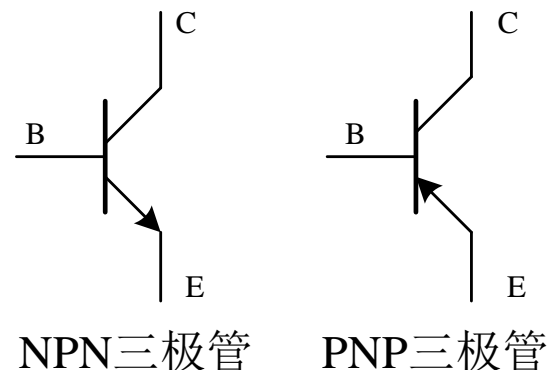


双极型三极管端子的检测--用二极管挡

用二极管挡确定类型

■ 对于NPN管来说则是**红表笔（连表内电池正极）**连在基极上，黑表笔去测另两个极时一般为相差不大的较小读数（一般0.5-0.8），如表笔反过来接则为一个较大的读数（一般为1）。这样也就确定了基极B的引脚。

■ 对于PNP管，当**黑表笔（连表内电池负极）**在基极上，红表笔去测另两个极时一般为相差不大的较小读数（一般0.5-0.8），如表笔反过来接则为一个较大的读数（一般为1）。这样也就确定了基极B的引脚。



双极型三极管端子的检测

□ 用电阻挡确定其他两极的极性

- 对NPN型，假定其余的两个端子中的一个是集电极，将红表笔接触到此端子上，黑表笔接触到假定的发射极上。用手指把假定的集电极和已测出的基极捏起来(但不要相碰，用手指代替偏置电阻)，看万用表指标值，并记录此阻值的读数。比较两次读数的大小，若前者阻值小(导通电阻小)，说明前者的假设是对的，那么接触红表笔的端子就是集电极，另一个端子是发射极。对PNP型，表笔极性对调一下测量即可。

□ 用hFE档确定其他两极

- 将基极B的引脚插入对表上面的B字母孔，其他两引脚插在其他两孔中，有两种方式，分别读这两种方式下的读数，读数较大的那次极性就对应表上所标的字母，由此便确定了C极和E极。

场效应管(单极型)

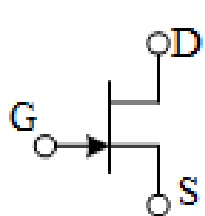


a) 直插式

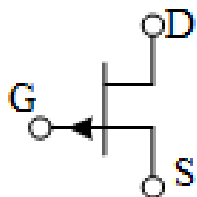


b) 贴片式

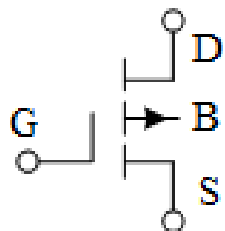
- 场效应管是电压控制型半导体器件，具有输入阻抗高、噪声低、热稳定性好、功耗小、抗辐射能力强和便于集成等优点，但易被静电击穿。
- 场效应管分为两类：结型场效应管JFET、绝缘栅场效应管MOSFET。这两类均有源极(S)，栅极(G)和漏极(D)3个电极。场效应管有P沟道和N沟道之分。其实物图和图形符号如下图。



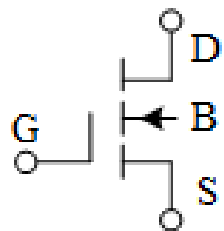
N-JFET



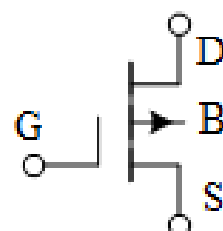
P-JFET



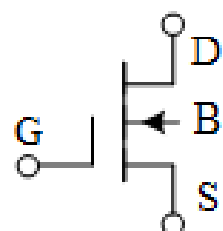
En-P-MOSFET



En-N-MOSFET



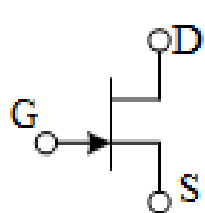
Dr-P-MOSFET



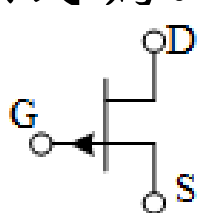
Dr-N-MOSFET

场效应管的检测

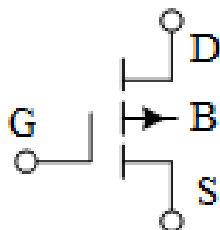
- 结型场效应管检测和MOS场效应管检测均是根据场效应管的PN结正、反向电阻值不一样的现象，可以判别出场效应管类型及三个电极名称。
- 需要注意的是：
 - 增强型在无栅源电压时，即使加上漏源电压，漏极电流也为0，而耗尽型在无栅源电压时，加上漏源电压，漏极电流较大。
 - N沟道电流一般是由漏到源，而P沟道电流一般是由源到漏。



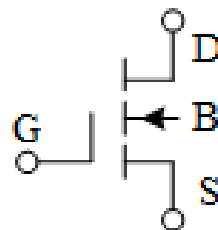
N-JFET



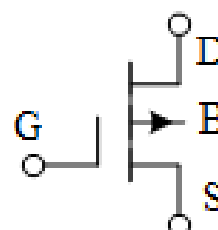
P-JFET



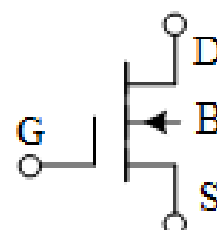
En-P-MOSFET



En-N-MOSFET



Dr-P-MOSFET



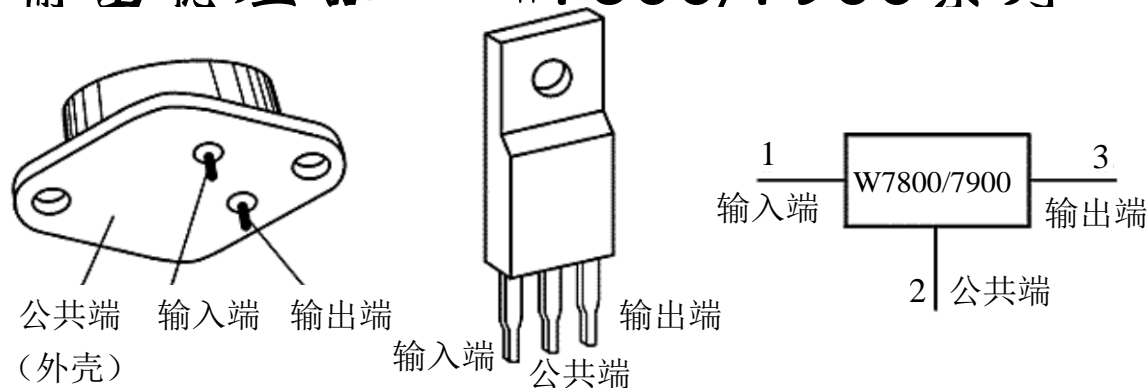
Dr-N-MOSFET

集成稳压器-1

- 直流线性电源通常由整流滤波电路、**取样电路**、**基准电路**、**比较放大和调整电路**等组成，后四部分能方便地集成在一块芯片上，构成集成电路稳压器。集成稳压器使用方便，外围所用的元件不多，性能稳定，内部具有有限流保护、过压保护和过热保护等措施，在电源电路中应用广泛
- 集成稳压器按取样电阻是否集成在芯片上，可分为输出电压固定的稳压器与输出电压可调的稳压器两种基本形式，后者又称为通用稳压器。

集成稳压器-2 W7800/7900

□ 固定输出稳压器---- W7800/7900 系列



a) 金属封装 b) 塑料封装 c) 电路符号

■ 7800输出正电压，7900输出负电压

■ 输出电压：5/6/9/12/15/18/24

■ 采用串联型稳压电源结构，具有过压和过流保护

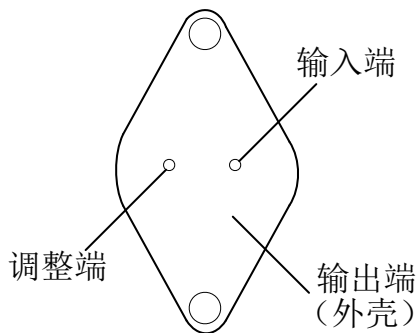
■ 为了使调整管工作在放大区，要求输入电压比输出电压至少高3V

■ 具体型号的参查阅器件手册

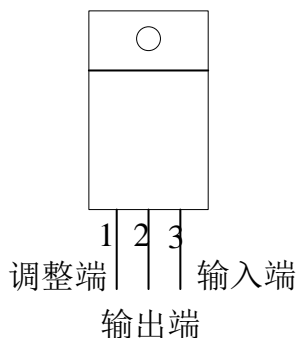
集成稳压器-3

LM317/337

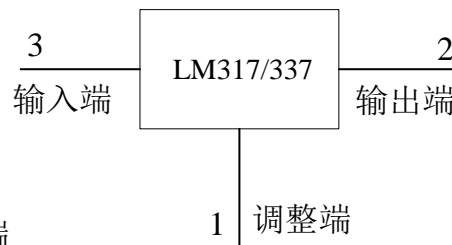
□ 可调输出稳压器----LM317/337系列



a) 金属封装



b) 塑料封装



c) 电路符号

■ 317输出正电压，337输出负电压

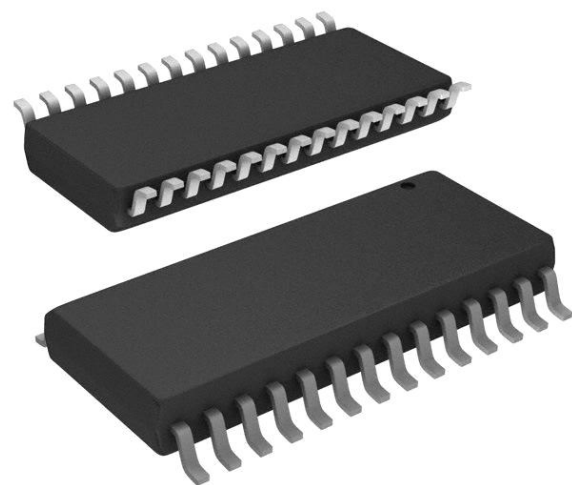
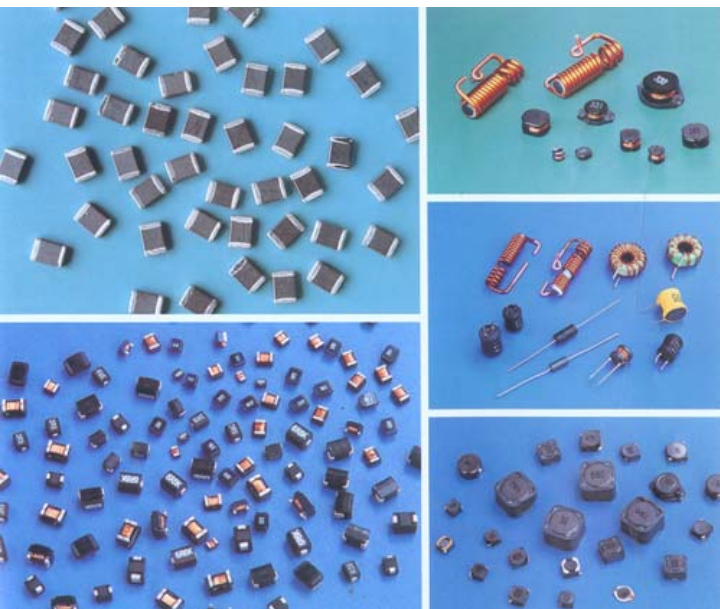
■ 输入范围4~40V，输出1.27~37V

□ 为了使调整管工作在放大区，要求输入电压比输出电压至少高3V

□ 具体型号与指标的参查阅器件手册

表面安装元器件(SM)

- 表面贴器件无引线或短引线的
 - ▣ 无源 (SMC) 器件：电阻、电容、电感
 - ▣ 有源 (SMD) 器件：二极管、三极管
 - ▣ 集成电路：稳压器、MCU等



其它常用器件之光电器件

- 光敏电阻：应用半导体光电效应原理制成，其阻值随光照强度增大而减小。
- 发光二极管：通电发光的器件。
- 光电二极管(光敏二极管)：在无光照的条件下，其工作在截至状态，跟一般的二极管特性差不多，都具有单向导通性能。当受到光照时，PN区载流子浓度大大增加，载流子流动形成光电流。
- 光电三极管：是一种相当于在基极和集电极上接入光电二极管的三极管。
- 光电耦合器是把发光二极管和光敏三极管组装在一起而制成的光-电转换器件，可提高电路的抗干扰能力。

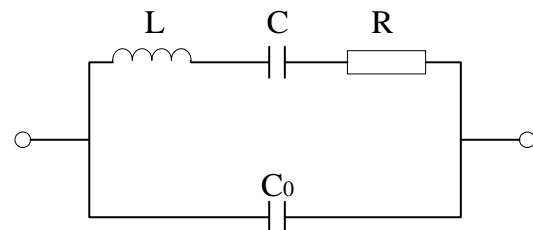
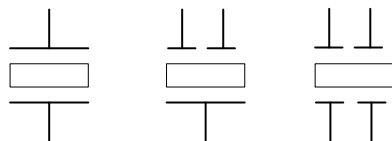
其它常用器件之压电器件

□ 压电效应

- 正压电效应：某些电介质在沿一定方向上受到外力的作用而变形时，其内部会产生极化现象，同时在它的两个相对表面上出现正负相反的电荷。当外力去掉后，它又会恢复到不带电的状态。当作用力的方向改变时，电荷的极性也随之改变。
- 逆压电效应(电致伸缩)：当在电介质的极化方向上施加电场，这些电介质也会发生变形，电场去掉后，电介质的变形随之消失的现象。

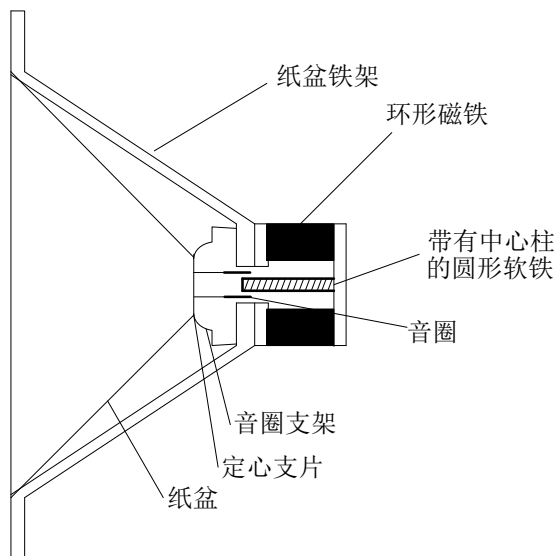
□ 压电器件例：石英晶体元件(一个高Q值的LC谐振元件)、压电陶瓷元件、声表面滤波器件

□ 石英晶体振荡器电路及等效电路



其它常用器件之扬声器

- 电声器件即电声换能器，它可将电能转换为声能，或将声能转换为电能，其包括扬声器、传声器等。
- 包括**电动式**、电磁式、气动式、压电式。

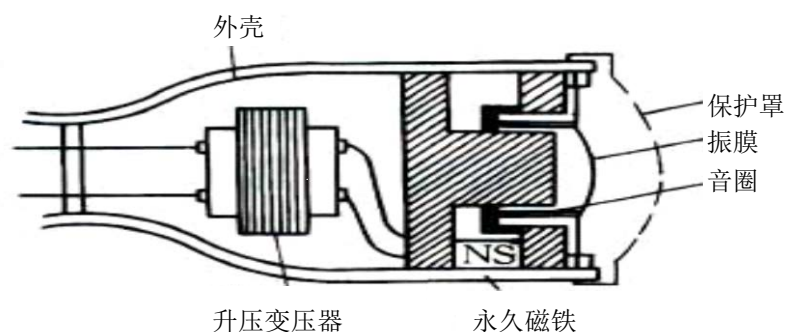


音圈、定心支片、纸盆等共同构成了扬声器的发音振动系统。扬声器的另一系统是磁路系统，它包括磁体和导磁系统。盆架、压边等是扬声器的辅助系统。



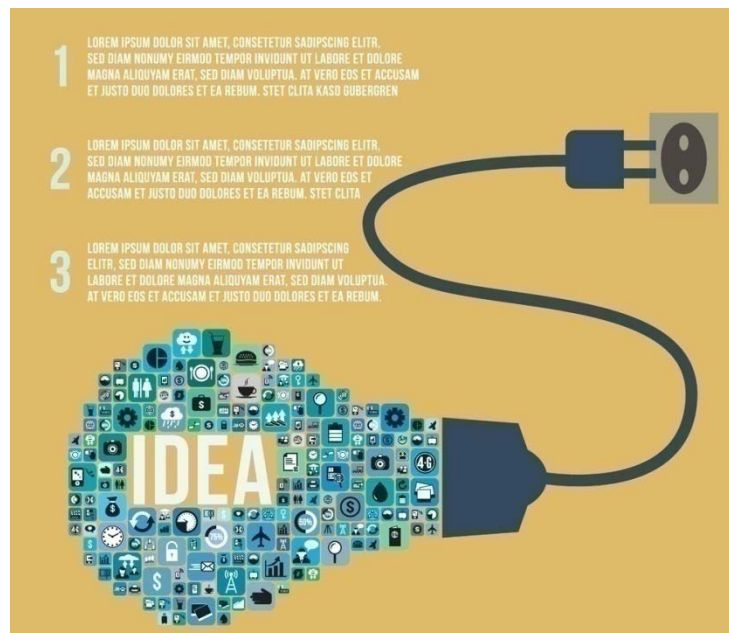
其它常用器件之传声器

- 传声器是一种将声音转变为相应的电信号的声电器件，俗称话筒。
- 传声器包括动圈式、电容式和压电式传声器等类型。其中**动圈式传声器**结构坚固，工作稳定，具有单方向性，经济耐用。广泛应用于广播、录音、卡拉OK等场所。



接插件

- 大电流接插件
- 小信号接插件
- 通信类
 - VGA
 - USB
 - DB9
 - RJ11
 - RJ45



大电流接插件

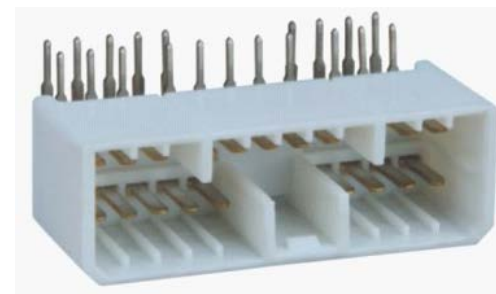
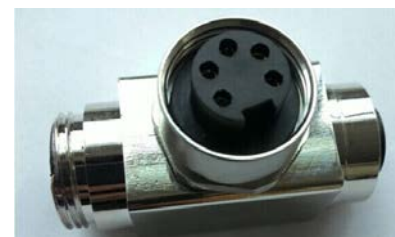
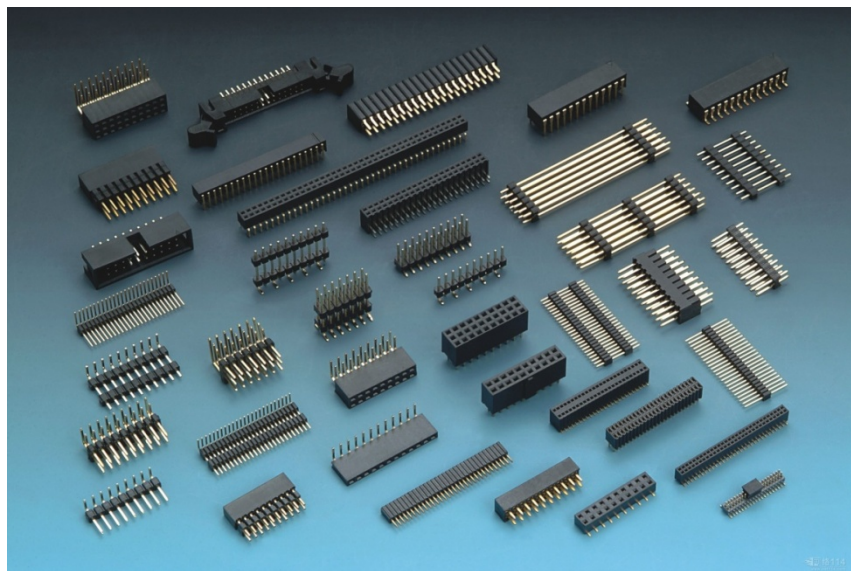


三孔电源母头



100A/200A

小信号接插件



通信接口之VGA (Video Graphics Array)

- VGA是IBM于1987年提出的一个使用模拟信号的电脑显示标准。VGA接口即电脑采用VGA标准输出数据的专用接口。VGA接口共有15针，分成3排，每排5个孔，显卡上应用最为广泛的接口类型，绝大多数显卡都带有此种接口。它传输红、绿、蓝模拟信号以及同步信号(水平和垂直信号)。



在网上查一查这15根线代表什么信号？

通信接口之DB9

□ DB9通常用于计算机的COM口 (UART/RS232)

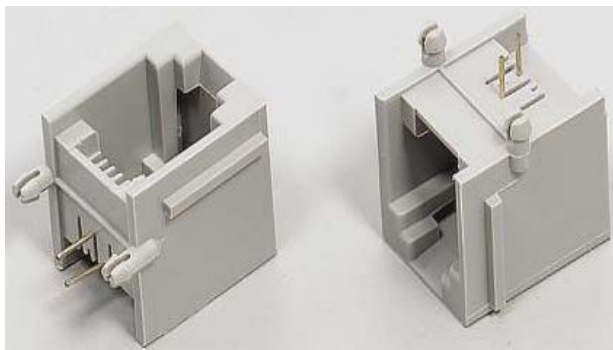
9芯	信号方向来自	缩写	描述
1	调制解调器	CD	载波检测
2	调制解调器	RXD	接收数据
3	PC	TXD	发送数据
4	PC	DTR	数据终端准备好
5		GND	信号地
6	调制解调器	DSR	通讯设备准备好
7	PC	RTS	请求发送
8	调制解调器	CTS	允许发送
9	调制解调器	RI	响铃指示器



思考：两台电脑用**COM**口进行通信，应该如何连接？

通信接口之RJ11接口

- RJ11通常用于固定电话的语言传输
 - ▣ 输入线两根线(中间): 不分顺序
 - ▣ 听筒线四根(中间)线序是: 扬声器+, MIC-, MIC+, 扬声器-, 分别对应扬声器和麦克风



通信接口之RJ45接口-1

- RJ45通常用于计算机网络数据传输，接头有两种接法：

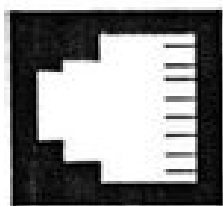
- 直通线（12345678对应12345678）

- 交叉线（12345678对应36145278）



- RJ45接口与DTE类型和DCE类型引脚定义

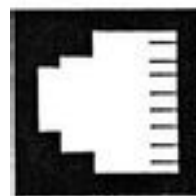
- DTE



1 TX+（数据发送正端）
2 TX-（数据发送负端）
3 RX+（数据接收正端）
4 未用
5 未用
6 RX-（数据接收负端）
7 未用
8 未用

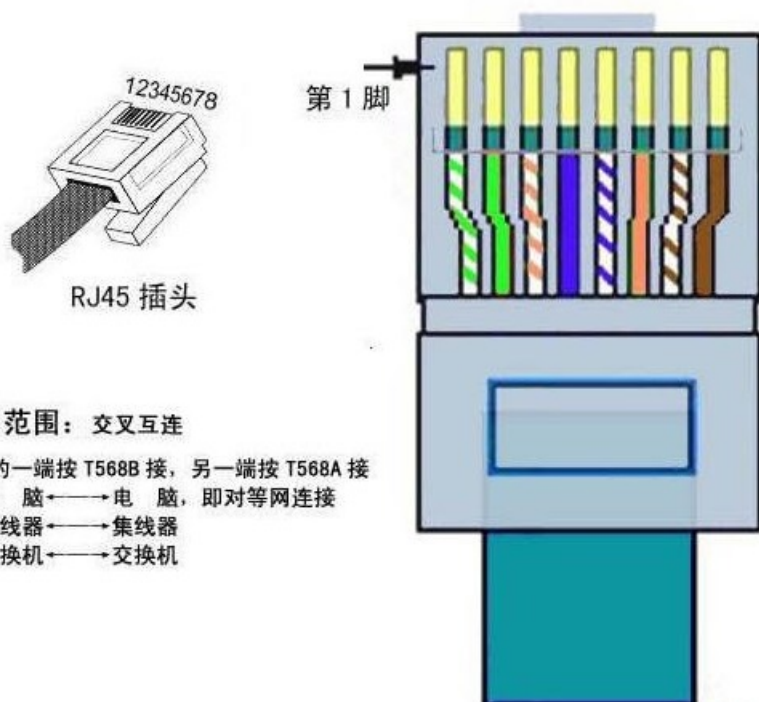


- DCE



1 RX+（数据接收正端）
2 RX-（数据接收负端）
3 TX+（数据发送正端）
4 未用
5 未用
6 TX-（数据发送负端）
7 未用
8 未用

通信接口之RJ45接口-2



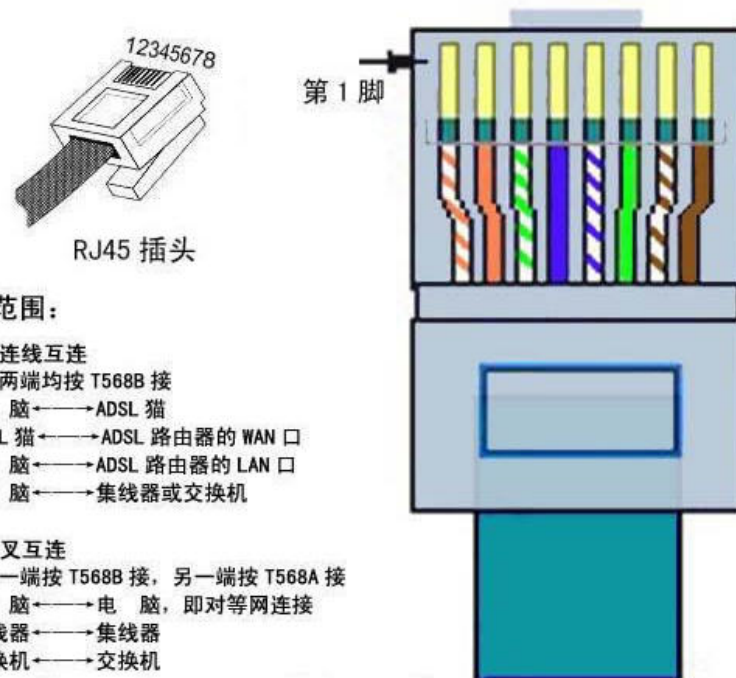
适用范围：交叉互连

网线的一端按 T568B 接，另一端按 T568A 接

1. 电 脑 \longleftrightarrow 电 脑，即对等网连接
2. 集线器 \longleftrightarrow 集线器
3. 交换机 \longleftrightarrow 交换机

图 1：RJ45 型网线插头的 T568A 线序

1	-----	绿白	5	-----	蓝白
2	-----	绿	6	-----	橙
3	-----	橙白	7	-----	棕白
4	-----	蓝	8	-----	棕



适用范围：

一、直连线互连

网线的两端均按 T568B 接

1. 电 脑 \longleftrightarrow ADSL 猫
2. ADSL 猫 \longleftrightarrow ADSL 路由器的 WAN 口
3. 电 脑 \longleftrightarrow ADSL 路由器的 LAN 口
4. 电 脑 \longleftrightarrow 集线器或交换机

二、交叉互连

网线的一端按 T568B 接，另一端按 T568A 接

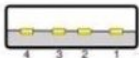



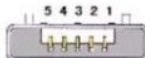
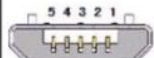

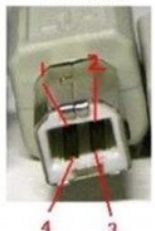




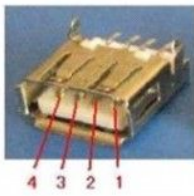






1. 电 脑 \longleftrightarrow 电 脑，即对等网连接
2. 集线器 \longleftrightarrow 集线器
3. 交换机 \longleftrightarrow 交换机

图 2：RJ45 型网线插头的 T568B 线序

1	-----	橙白	5	-----	蓝白
2	-----	橙	6	-----	绿
3	-----	绿白	7	-----	棕白
4	-----	蓝	8	-----	棕

通信接口之USB (Universal Serial Bus)

□ USB 是一个外部总线标准，用于规范电脑与外部设备的连接和通讯

Type A	Type B	Mini-A	Mini-B	Micro-A	Micro-B
					
A型公口	B型公口	mini A型公口	mini B型公口	micro A型公口	micro B型公口
					
A型母口	B型母口	mini 母口		micro A型母口	micro B型母口
				 	 



导线--用作电线电缆的材料



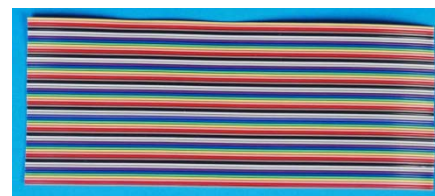
□ 一般由铜或铝制成，也有用银线所制（导电、热性好），用来疏导电流或者是导热。

□ 分类：

▣ 电源类：输送电能的线



▣ 信号类：输送信号的线

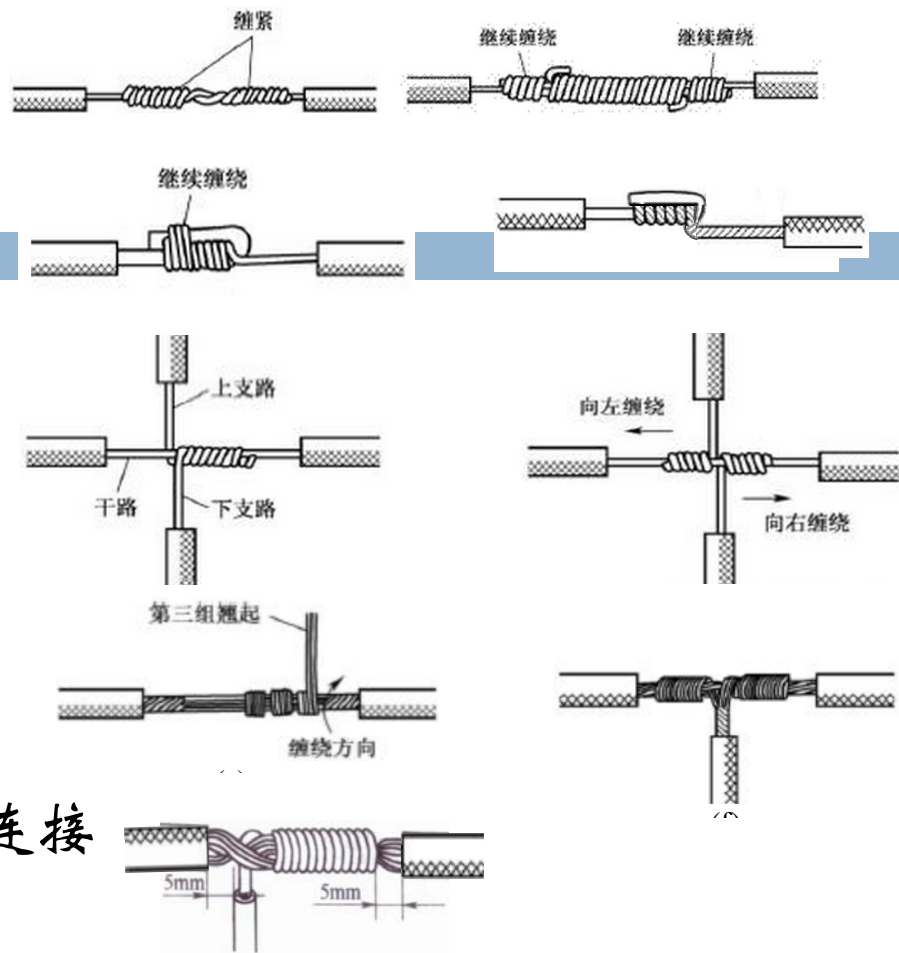


导线规格-国家标准与AWG

- 导线规格由额定电压、芯数及标称截面组成
- 额定电压
 - ▣ 电线及控制电缆等一般的额定电压为300/300V、300/500V、450/750V
 - ▣ 中低压电力电缆的额定电压有0.6/1kV、1.8/3kV、3.6/6kV、6/6(10)KV、8.7/10(15)kV、12/20kv、18/20(30) kV、21/35 kV、26/35 kV等。
- 芯数
 - ▣ 电力电缆主要有1、2、3、4、5芯
 - ▣ 电线主要也是1~5芯
 - ▣ 控制电缆有1~61芯
- 标称截面(mm²)
 - ▣ 0.5、0.75、1、1.5、2.5、4、6、10、16、25、35、50、70、95、120、150、185、240、300、400、500、630、800、1000、1200、2500
- AWG：导线厚度（英寸计）的函数 $AWG = A \lg X - B$
- 铜导线与铝导线截面积与承受最大电流的关系

铜线： $S = (I \times L) / (54.4 \times \Delta U)$ 铝线： $S = (I \times L) / (34 \times \Delta U)$

导线连接

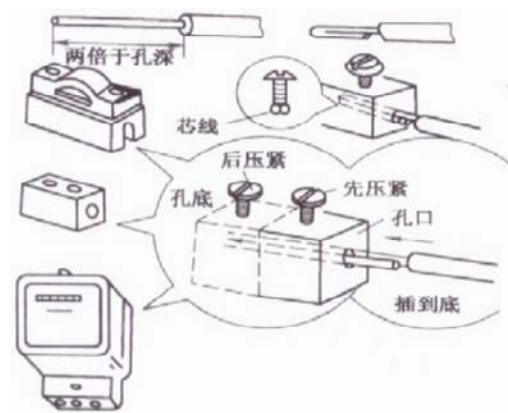


□ 导线与导线的连接

- 单股铜芯导线的直线连接
- 单股铜导线的分支连接
- 多股铜导线的直接连接
- 多股铜导线的分支连接等
- 单股与多股铜导线的分支连接

□ 线头与接线桩的连接

- 线头与针孔接线桩的连接
- 线头与平压式接线桩的连接
- 线头与瓦形接线桩的连接



你需要明白

- 一砖一瓦的积累方成大厦
- 根据你的需要选择合适的零部件
- 将合适的东西放、用在合适的位置
- 看似杂乱无章、林林总总，但却能实现无序到有序
- 只有实践才能真正认识
-
- 技术的进步促使各种各类器件性能不断提升，要学会获取这些更新器件相关资料的方式，以备正确选型。

